

第肆章 研究結果與討論

一、多媒體動畫教材成品介紹

(一) 化學鍵結多媒體動畫教材

本段教材共製作了 flash 動畫檔 37 個，MPEG 影片檔有 39 個，文字說明的 powerpoint 檔共有 9 個，錄製的音訊檔有 23 個。



圖 4.1.1--flash 動畫檔

圖 4.1.2-- MPEG 影片檔

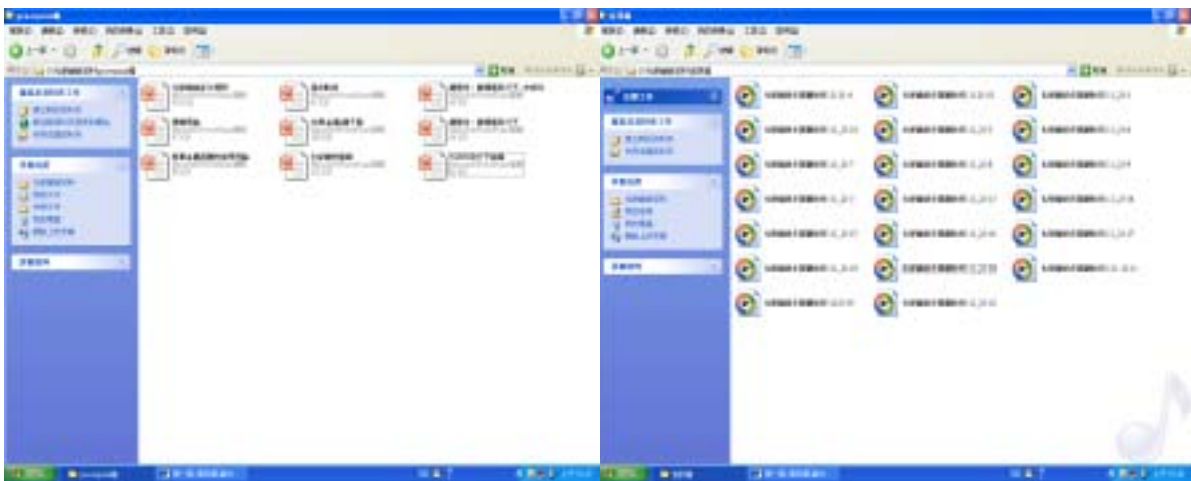


圖 4.1.3--powerpoint 檔

圖 4.1.4--音訊檔

化學鍵結多媒體動畫教材主要以動畫模擬為主，將抽象的分子形狀或鍵結方式影像化，利用多彩的畫面刺激短程學習，以幫助長程記憶。一般學生最感到困難的是不易想像看不到或摸不著的事物，例如：混成軌域，可以在上此段教材時，除了加入教學者平面解說、板書圖示外，輔以此多媒體教材，更可達事半功倍之效。研究者就本段教材所研究的部分內容扼要說明及呈現如下：

(1)化學鍵：以往在講述此段教材時，黑板的平面講解容易造成學生的誤解，抽象的概念也不易說明仔細。為了讓學生清楚了解概念，分別製作了金屬鍵、離子鍵、共價鍵影片(圖 4.1.5~圖 4.1.8)，配合 powerpoint(見圖 4.1.9~圖 4.1.11) 自訂動畫效果做分段式解說。

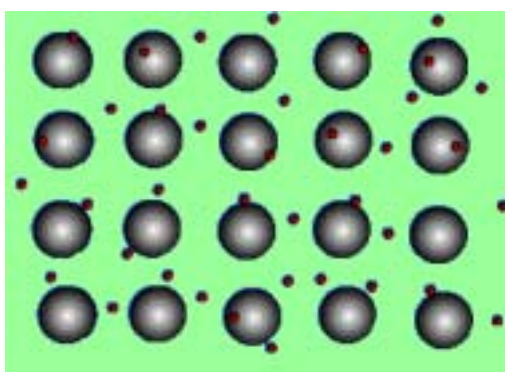


圖 4.1.5-電子海理論

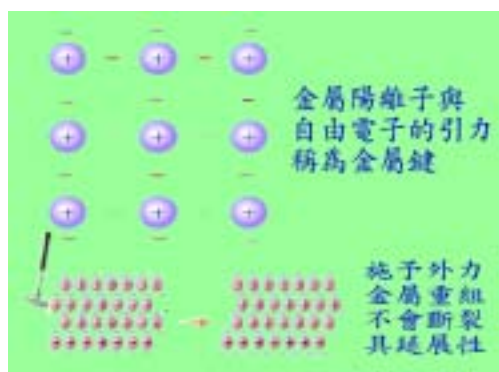


圖 4.1.6-金屬鍵特性

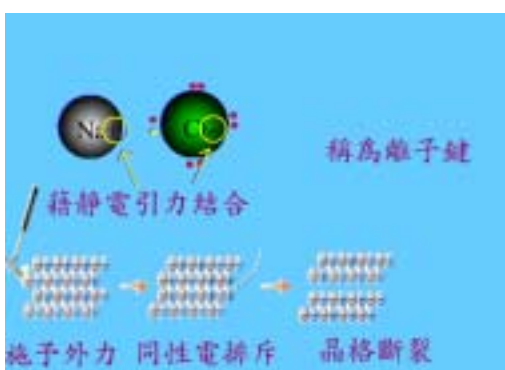


圖 4.1.7-離子鍵特性

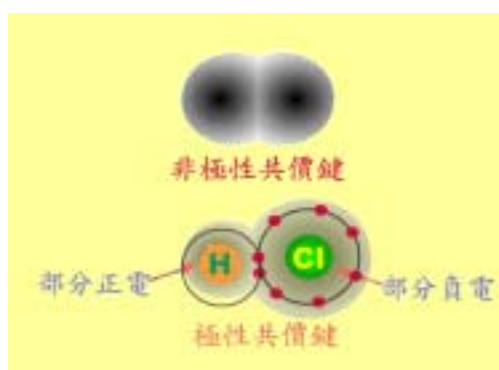


圖 4.1.8-共價鍵特性



圖 4.1.9

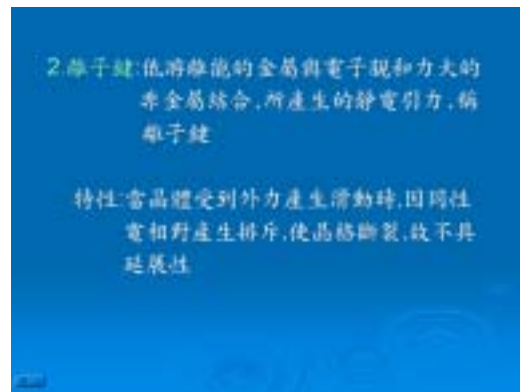


圖 4.1.10

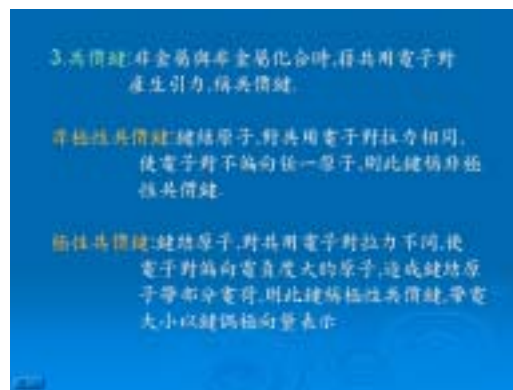


圖 4.1.11

學習者僅觀看影片播放內容不一定看的懂影片所欲呈現的概念，相同的，若上課只以 powerpoint 做說明，也是單調乏味。因此，本多媒體教材就結合了影片與 powerpoint 文字說明同時呈現如下畫面：(圖 4.1.12)

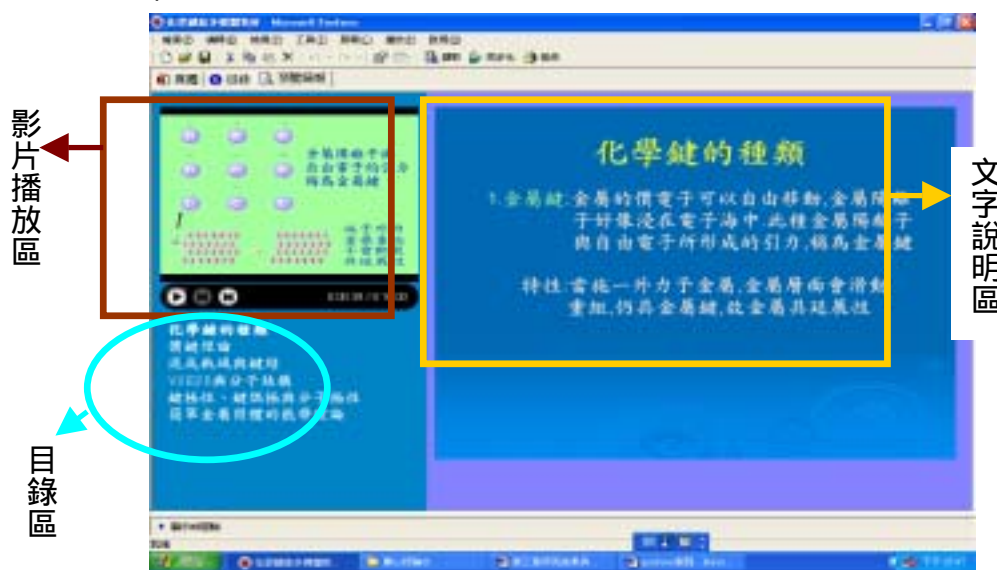


圖 4.1.12

(二) 反應速率多媒體動畫暨實驗教材

本段教材共製作了 flash 動畫檔 11 個，MPEG 影片檔有 24 個，文字說明的 powerpoint 檔共有 7 個，錄製的音訊檔有 17 個。



圖 4.2.1--flash 動畫檔

圖 4.2.2--MPEG 影片檔



圖 4.2.3--powerpoint 檔

圖 4.2.4--音訊檔

反應速率多媒體動畫教材主要以巨觀的實驗現象，加上微觀的動畫模擬說明為主。尤其化學是一門實驗的科學，親自動手操作，與直接具體觀察更是學習化學的基本法則，為了勾起學生實驗過程的記憶，將影片導入教材中，可以做多次的瀏覽，加深對實驗操作的印象。

茲將本段的部分教材內容，扼要呈現如下：

(1) 影響反應速率的因素：為探討影響反應速率的變因，將變因影響過程的實驗結果拍攝成影片(圖 4.1.5~圖 4.1.8)，配合 powerpoint(見圖 4.1.9~圖 4.1.12) 自訂動畫效果做分段式解說。



圖 4.2.5-秒錶實驗

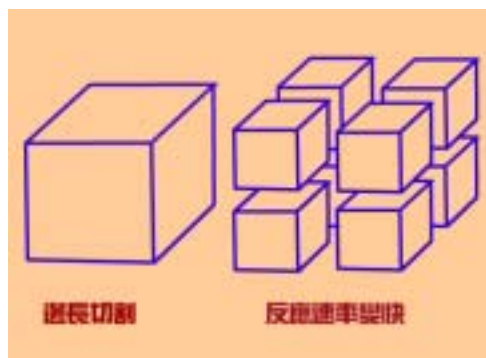


圖 4.2.6-接觸面積與反應速率



圖 4.2.7-鋅粒與鋅粉

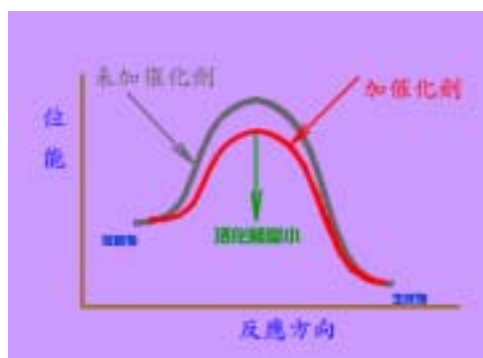


圖 4.2.8-催化劑與活化能

影響反應速率的因素-濃度

- 實驗：
 - 目的： $\text{KIO}_3 + \text{NaHSO}_3$ 反應產生的 I_2 可使澱粉變深藍色，探討濃度對反應速率的影響。
 - 藥品：
 - A 液 $\text{KIO}_3(aq)$ 0.02M
 - B 液 $\text{NaHSO}_3(aq)$ 0.002M + 澱粉 + H_2SO_4

圖 4.2.9

步驟：配置不同濃度的A液，與B液各10ml混合，紀錄反應變色時間

A液(M) 10ml	0.02	0.016	0.012	0.008	0.004
B液(M) 10ml	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
反應時間(秒)	8.24	11.86	18.30	23.84	42.99

圖 4.2.10

影響反應速率的因素-催化劑

H_2O_2 在室溫下,不易分解產生 O_2

- 加入 MnO_2 可催化反應產生大量 O_2 氣泡。
- 若僅加入 Fe^{3+} ,亦可催化反應,使 O_2 生成速率變快。

→ 催化劑可使反應所需的活化能下降,較易生成活化錯合物,使反應速率增加。

圖 4.2.11

影響反應速率的因素-接觸面積

實驗:
取兩支試管,分別置入同質量的Zn粒與Zn粉,各倒入1M HCl 10ml,觀察氣體產生的快慢。

→ Zn粉與HCl產生的 H_2 速率較快

→ 接觸面積越大,碰撞的機會越大,反應速率越快。

圖 4.2.12

當實驗影片與 powerpoint 文字說明匯入後,學生可直接於畫面上觀看過程與結果,其後並輔以微觀粒子的現象做說明。(圖 4.2.13, 14)

影片播放區

文字說明區

實驗:	配製不同濃度的A液,與B液各10ml混合,記錄反應變色時間				
A液(M) 10ml	0.002	0.016	0.012	0.008	
B液(M) 10ml	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
反應時間(秒)	8.24	11.86	15.30	23.84	

目錄區

圖 4.2.13

影片播放區

文字說明區

影響反應速率的因素-接觸面積

實驗:
取兩支試管,分別置入同質量的Zn粒與Zn粉,各倒入1M HCl 10ml,觀察氣體產生的快慢。

→ Zn粉與HCl產生的 H_2 速率較快

→ 接觸面積越大,碰撞的機會越大,反應速率越快。

目錄區

圖 4.2.14

(三) 無機化合物多媒體動畫暨實驗教材

本段教材無機非金屬部分共製作了 flash 動畫檔 9 個，MPEG 影片檔有 31 個，文字說明的 powerpoint 檔共有 8 個，錄製的音訊檔有 24 個。



圖 4.3.1- flash 動畫檔

圖 4.3.2--MPEG 影片檔



圖 4.3.3-powerpoint 檔

圖 4.3.4-音訊檔

無機化合物多媒體動畫教材主要以實驗操作為主。因非金屬各有特色，性質差異很大，實驗現象的觀察最能幫助學習，但因時間不足，無法每一個實驗都可讓學生親自操作，因此，將預先製作拍攝的實驗影片導入

教材中，可以解決時間、空間、場地、設備等問題，甚至危險性較高或對人體有毒害的實驗，都可經由示範實驗的操作影片代替，以達虛擬實驗室之功用。

茲將本段的部分教材內容，扼要呈現如下：

(1) 硫及其化合物：為探討硫的同素異形體(單斜硫、斜方硫、彈性硫)，將硫粉加熱實驗結果影片(圖 4.3.5)，配合 powerpoint(見圖 4.1.6) 自訂動畫效果做分段式解說。

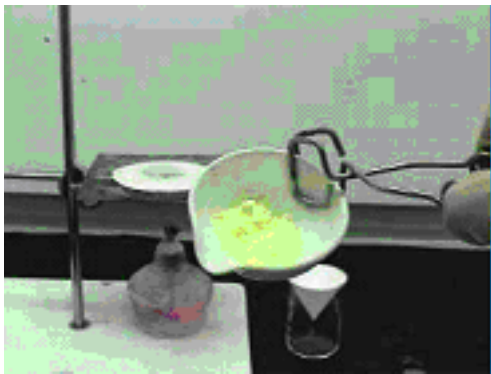


圖 4.3.5-硫粉燃燒



圖 4.3.6

合併影片與文字說明呈現結果如下:(圖 4.3.7)

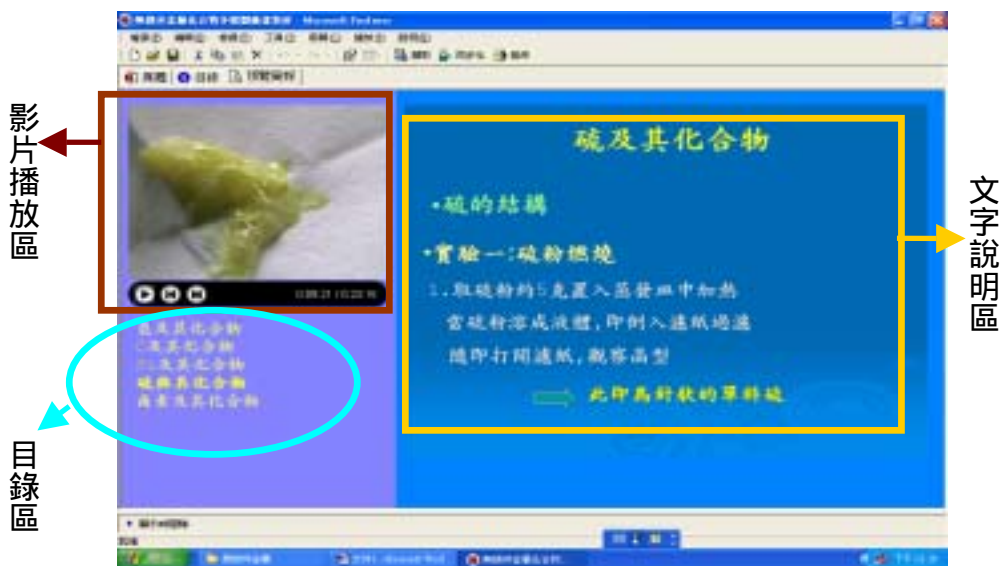


圖 4.3.7

(2) 鹵素及其化合物: 在碘的製備實驗中, 因碘蒸氣含劇毒, 一般是採教師示範實驗且要在通風廚操作, 但因通風廚場地狹小, 學生須輪流觀看, 秩序上較難掌握, 故研究者將實驗過程拍成影片(圖 4.3.8), 配合 powerpoint(見圖 4.3.9) 自訂動畫效果做分段式解說, 不僅可排除場地不便, 降低實驗危險性, 又符合環保要求。

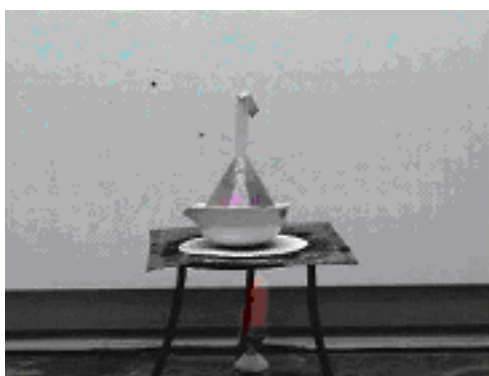


圖 4.3.8-碘的製備



圖 4.3.9

將二者編輯後同時呈現如下的效果:(圖 4.3.10)



圖 4.3.10

其他部分的多媒體動畫教材內容及有關無機金屬的部分教材, 請參閱本論文最後附錄內容。

二、多媒體教材實際教學應用

多媒體教材製作完成後，曾針對高三自然組某班學生(共 40 人)於課堂上以單槍投射器播放，主要作為化學概念快速的複習，並加深具體印象。學生於觀看後也提供研究者一些建議與看法，供研究者做改進的參考，以期使多媒體教材更符合實際需求，發揮最大功用。茲將描述摘錄如下：

(一)回饋表^{27,28}

為了落實資訊融入教學的理念，增進化學上課的教學品質，研究者特別製作了部分單元的化學多媒體電腦動畫教材，用來說明化學鍵結、金屬鍵、離子鍵、共價鍵、價鍵理論、VSEPR 與分子形狀、混成軌域等內容。為確定這些多媒體教材的內容設計能夠符合大家的需要，研究者極需要您提供寶貴的意見，以做為日後修正及改進的參考。

當您結束觀看化學鍵結多媒體動畫教材後，請詳細閱讀問卷的各項敘述，然後選填 A, B, C, D 或 E 以表示您對各項敘述同意的程度。

請您務必照您實際的感覺作答。

謝謝您的合作！

問 卷

1. 使用這單元多媒體教材時，我覺得很新奇。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

2. 這單元多媒體教材使得學習變得更為有趣。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

3. 我願意藉由這單元多媒體教材來從事學習活動。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

4. 這單元多媒體教材非常無聊，絲毫激不起我的學習興趣。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

5. 這單元多媒體教材使得學習變得更為有效率。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

6. 這單元多媒體教材內容完整，幫助我瞭解課程大綱。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

7. 這單元多媒體教材有助於回想以前學過的教材內容。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

8. 這單元多媒體教材講述的內容太簡單了。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

9. 這單元多媒體教材影片部份太深奧了，不容易看懂。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

10. 這單元多媒體教材的版面設計非常調和。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

11. 這單元多媒體教材的文字說明，簡單明瞭。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

12. 這單元多媒體教材的聲音旁白非常清楚。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

13. 我希望未來還有機會使用這單元多媒體教材從事學習活動。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

14. 我希望未來有機會使用類似的教材學習其他的化學單元。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

15. 我希望這單元多媒體教材放置在學校網站上，以方便蒐尋及瀏覽。

A. 非常同意 B. 同意 C. 不清楚 D. 不同意 E. 非常不同意

16. (請您於方格中寫下您對本化學鍵結多媒體動畫教材的看法與建議)

--

(二)整理與討論

1.引起學習興趣方面

本問卷的第 1、2、3、及 4 問項同時使用肯定及否定的方法，以不同的問題詢問受試者對本教材的學習態度。

問項 1. 使用這單元多媒體教材時，我覺得很新奇。

選項	A.非常同意	B.同意	C.不清楚	D.不同意	E.非常不同意
人數	30	10	0	0	0

問項 2. 這單元多媒體教材使得學習變得更加有趣。

選項	A.非常同意	B.同意	C.不清楚	D.不同意	E.非常不同意
人數	31	5	3	1	0

問

項 3. 我願意藉由這單元多媒體教材來從事學習活動。

選項	A.非常同意	B.同意	C.不清楚	D.不同意	E.非常不同意
人數	30	5	1	3	1

問項 4. 這單元多媒體教材非常無聊，絲毫激不起我的學習興趣。

選項	A.非常同意	B.同意	C.不清楚	D.不同意	E.非常不同意
人數	1	2	3	5	29

分析這四個問項的結果得知，受試者對於使用本教材表示非常肯定的態度。受試者普遍認為這化學多媒體教材『有圖片及影片輔助，印象比較深刻，比較容易學會』，『很新鮮、有趣，學習比較輕鬆』，『結合影像與動畫，能更了解一些抽象的化學課程』並且可以幫助學習者在短時間之內對於『化學鍵結相關內容』在影片、動畫與文字中的呈現，獲得一清晰具體的概念。受試者大多數認為這是一個有引起學習興趣的教材。

2. 教材內容方面

第 5、6、7、8 等問項主要是針對教材內容方面的改進。

問項 5. 這單元多媒體教材使得學習變得更為有效率。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	19	10	5	4	2

問項 6. 這單元多媒體教材內容完整，幫助我瞭解課程大綱。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	27	4	5	3	1

問

項 7. 這單元多媒體教材有助於回想以前學過的教材內容。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	29	5	3	1	2

問項 8. 這單元多媒體教材講述的內容太簡單了。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	2	9	16	11	2

第 5、6、7、8 等四個問項詢問到教材內容明確性及難易度的問題。受試者覺得『可以看到課本沒有的資料，把教材內容分析得更詳細』，『可以聯想到以前學過的東西，複習以前的知識』，『比老師的平面解說更能理解分子的立體結構』，大部份受試者表示本教材的目標清楚。但是有受試者表示『瀏覽時間太短，有些內容來不及看』，或『播放速度稍快了點，有時來不及思考就跳到下一畫面了』。受試者對教材內容會有太簡單、太難、或不清楚的反應，根據這四十位受試者的背景做分析，這是很可以理解的，雖然受試者均為高三學生，但是每位同學對於『化學鍵結相關內容』的先備知識及深入程度不盡相同，自然對教材的難易度有不同的看法。

此外，也有受試者提到『還是比較喜歡老師人性化的上課與講解』。顯示此動畫教材需在適當場合與時間做輔助，並不能完全取代教師在教學上的地位。

3. 多媒體元素方面

問卷第 9、10、11、12 項乃是針對教材編輯方面與學習者之間的人因介面設計。

問項 9. 這單元多媒體教材影片部份太深奧了，不容易看懂。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	1	3	3	8	25

問項 10. 這單元教材的版面設計非常調和。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	25	11	1	3	0

問

項 11. 這單元多媒體教材的文字說明，簡單明瞭。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	22	8	6	4	0

問項 12. 這單元多媒體教材的聲音旁白非常清楚。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	9	19	6	5	1

在教材的彈性方面，由於本教材的目錄採取"超本文"方式，可以由使用者選擇所要深入了解的部份，重覆觀看好幾遍，若不想看，或看不懂的地方，可先跳過，等到自我充實後再來看。所以，受試者都認為本教材的設計『不刻板』，具有創意及彈性，整體而言，就多媒體影片、powerpoint 文字、旁白解說及版面配置上，大多可以接受研究者的編輯方式。

有受試者另外提供建議表示『太安靜了，希望加些音樂，讓大家比較記得住』，『配色不明顯，字體太小』，『旁白聲音速度，有時太快，聽不清楚』，這些都是研究者將來再持續努力研究與改進的地方。

4. 後續性學習方面

至於第 13、14、15 問項所探討的是持續性學習動機。

問項 13. 我希望未來還有機會使用這單元多媒體教材從事學習活動。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	28	5	4	2	1

問項 14. 我希望未來有機會使用類似的教材學習其他的化學單元。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	29	9	0	2	0

問

項 15. 我希望這單元多媒體教材放置在學校網站上，以方便蒐尋及瀏覽。

選項	A. 非常同意	B. 同意	C. 不清楚	D. 不同意	E. 非常不同意
人數	36	4	0	0	0

其結果顯示，所有的受試者均希望未來還有機會使用這套教材從事學習活動，並且希望使用類似的教材學習其他的單元內容，由此可見本教材的需要性。另外，將教材放置在學校網路上，可省去學生蒐尋的時間，隨時、隨地不受限於課堂內，都可以達到自我學習的目的。

問項 16. (請您於方格中寫下您對本化學鍵結多媒體動畫教材的看法與建議)

化學科多媒體動畫教材，觀後感想	人次
1. 有圖片及影片輔助，印象比較深刻，比較容易學會	30
2. 還是比較喜歡老師人性化的上課與講解。	29
3. 結合影像與動畫，能更了解一些抽象的化學課程。	21

4. 很新鮮、有趣，學習比較輕鬆。	14
5. 可以看到課本沒有的資料，把教材內容分析得更詳細。	9
6. 利用動畫呈現，比自己不正確的想像來的清楚。	7
7. 太安靜了，希望加些音樂，讓大家比較記得住。	5
8. 瀏覽時間太短，有些內容來不及看。	4
9. 比老師的平面解說更能理解分子的立體結構，但有些播放動作太慢，會想睡覺。	4
10. 影片畫面清晰度與背景配色有待改進。配色不明顯，字太小。	3
11. 旁白聲音速度，有時太快，聽不清楚	3
12. 播放速度稍快了點，有時來不及思考就跳到下一畫面了。	3
13. 希望還有機會可體驗這種教學方式。	2
14. 雖然已經上過課，但畫面呈現太快，來不及回想。	2
15. 可以聯想到以前學過的東西，複習以前的知識。	2
16. 若能早一點觀看，可幫助當時的學習。	1

表 4.1

多媒體動畫教材主要是用在正式上課之餘的輔助學習教材，針對難以在黑板講述或說明的部分，提供學生另一種學習的工具，因此，無法完全取代傳統教師傳道、授業的角色。多數學生希望化學的上課方式多元化，除了傳統的板書講解，實驗動手操作更不可免除，但平面的講述若能輔以 3D 立體分子的畫面或彩色圖片說明，則印象會更深刻，概念會更清楚。再者，若能給學生足夠的時間複習，多數學生多認為學習化學這科並不難掌握。

所以，研究多媒體動畫教材最終的目的是促進學習者自我學習。以目前網際網路的便利與發達，加上學校資訊教育的普及，學習者可藉由網際網路找尋自己想獲得的資料，如果研究者能將所有相關資訊先搜尋、編輯成多媒體動畫教材，則學習者可省去找尋的時間，直接進入教材中學習，以達事半功倍之效果。為了解決學習者學習狀況與理解速度不一的情形，研究者覺得此多媒體動畫教材適合置於學校網站上，供需要的學習者做多次或同內容重複的瀏覽，以使多媒體動畫教材的學習效果發揮到最大。